



## Boletín 5

### Ejercicios sobre implementación del sistema de ficheros

July 14, 2016

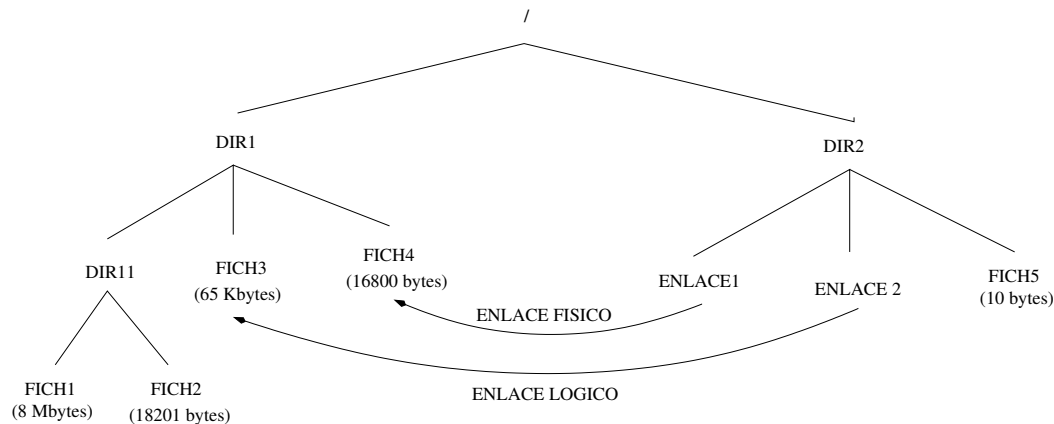
1. Responde a las siguientes preguntas sobre un sistema de ficheros basado en **asignación indexada**:
  - a) ¿Qué información se almacena en cada una de las entradas de la tabla de ficheros abiertos por un proceso?
  - b) ¿Qué información se almacena en cada una de las entradas de la tabla de ficheros abiertos en el sistema?
  - c) ¿Qué información contiene un inodo de la tabla de inodos?
  - d) ¿Qué información contiene cada una de las entradas de un bloque de un directorio?
  - e) ¿Se guarda el nombre de un fichero en su correspondiente inodo? ¿Qué permite hacer esto?
2. ¿Dónde se guarda el puntero de posición de lectura/escritura de un fichero de un sistema de ficheros basado en **inodos**? ¿Por qué no se guarda en otra tabla del sistema de ficheros?

3. En un dispositivo de 256 GB se tiene implementado un sistema de archivos basado en **inodos**, con un tamaño de bloque 16 KB y una referencia de 64 bits. La tabla de índices contiene 4 índices directos, 2 índices indirectos simples y 2 índices indirectos dobles. Si se pretende leer un fichero que ocupa 100 MB, indica cuántos accesos a dispositivo harán falta. Suponed que el inodo del fichero está en memoria principal (es decir, la operación de apertura del fichero ya ha sido realizada). Justifica la respuesta.
4. Sea un sistema de ficheros basado en **asignación indexada (inodos)** implementado sobre un dispositivo físico de 256 GB, con las siguientes características de implementación:
- La tabla de índices de cada inodo contiene las siguientes referencias: 4 índices directos, 4 índices indirectos simples y 2 índices indirectos dobles.
  - Las referencias a los bloques son de 32 bits.
  - El tamaño de un bloque es de 16 KB.
  - Una entrada de un fichero de directorio ocupa 64 bytes.
  - El total de bloques dedicados a almacenar inodos es de 32, cada inodo ocupa 64 bytes.

Se pide:

- a) Si un fichero ocupa 512 MB, ¿cuántos bloques necesita para almacenar los datos y las referencias?
- b) Suponed que el fichero anterior está contenido en un directorio que ocupa 128 KB. Si el inodo del directorio está cargado en memoria principal, ¿cuántas lecturas a bloque de dispositivo serán necesarias para que se pueda abrir el fichero, es decir, cargar su inodo en memoria principal? Suponed el peor de los casos.
- c) ¿Cuántos ficheros y/o directorios puede contener este sistema de archivos?
5. Sea un sistema de ficheros basado en **inodos** con las siguientes características:
- Capacidad del dispositivo 512 GB.
  - Tamaño de bloque 16 KB.
  - Un inodo ocupa 128 bytes.
  - Una entrada de directorio ocupa 8 bytes.
  - El número de bloques destinados a almacenar inodos son 64.
  - La gestión de bloques e inodos libres se lleva a cabo mediante mapa de bits.
  - La tabla de índices se compone de 4 índices directos, 3 índices indirectos simples y 1 índice indirectos doble.

En este sistema se tiene almacenado la estructura de ficheros y directorios que se muestra en la figura:



En las transparencias del tema 4 de la asignatura puedes recordar las diferencias entre la implementación de un enlace físico (duro) y uno lógico (blando o simbólico). Se pide:

- ¿Cuántos bloques ocupa el mapa de bits de bloques libres?
  - ¿Cuántos bloques ocupa el mapa de bits de inodos libres?
  - ¿Cuántos inodos estarán ocupados en el sistema?
  - ¿Cuántos ficheros o directorios puede contener este sistema de archivos?
  - ¿Cuál es el tamaño máximo de un fichero en este sistema?
  - Describe el contenido de los directorios `DIR1` y `DIR2`.
  - Indica los accesos para abrir y leer el fichero `FICH1`, suponiendo que el nombre se da de forma absoluta y que el sistema sólo tiene en la caché de bloques el superbloque.
6. Sea un sistema de ficheros basado en **inodos** con bloques lógicos de tamaño 4 KB. La tabla de índices contenida en cada inodo se compone de 4 índices directos a bloques de datos, 2 índices indirectos simples y 2 índices indirectos dobles. Las referencias a los bloques son de 4 bytes (esto es, cada referencia o dirección a bloque que aparece en los bloques de indirección ocupa 4 bytes). Y el tamaño de los directorios se expresa con un número múltiplo del tamaño de bloque. En el sistema de ficheros está almacenado un fichero `./so/examen/ex.pdf` cuyo tamaño es de 10 MB. Y los tamaños del directorio de trabajo, del directorio `so` y del directorio `examen` son, respectivamente, 4 KB, 8 KB y 24 KB.
- ¿Cuántos bloques de dispositivo se utilizan para almacenar el fichero anterior y cuánto espacio se desperdicia en ellos? Considerad tanto los bloques de datos como los de referencias.
  - Suponiendo que en memoria central está almacenado el inodo del directorio de trabajo, ¿cuántos accesos se realizan al dispositivo para abrir el fichero en el caso más desfavorable? Asumir que la apertura de un fichero (llamada al sistema `open`) supone cargar en memoria central el inodo de este pero no su primer bloque de datos.
  - Una vez abierto el fichero, ¿cuántos accesos al dispositivo se realizarán para leer completamente el fichero?

La siguiente aclaración sobre el apartado b) anterior pueden resultarte útiles. Si en memoria central está almacenado el inodo del directorio de trabajo, para cargar el inodo del fichero `./so/examen/ex.pdf` en memoria hay que realizar las siguientes operaciones:

- a) Consultar en el inodo del directorio de trabajo (que ya está almacenado en memoria central) el número del único bloque que ocupa dicho directorio. Llevar a memoria central dicho bloque.
- b) Localizar en ese bloque la entrada asociada al directorio `so` y obtener de ella el número de inodo de dicho directorio. Como nos piden el caso más desfavorable, hay que considerar que el bloque de la tabla de inodos donde se encuentra ese inodo no está almacenado en memoria central. Por tanto, hay que llevar a memoria central dicho bloque.
- c) En el inodo del directorio `so` aparecen los dos números de bloque que ocupa el directorio `so`. Llevar a memoria el primero de esos bloques y buscar en él la entrada asociada al directorio `exam`. Como nos planteamos el caso más desfavorable, la entrada no estará en ese bloque sino en el segundo. Por tanto, hay que llevarlo también a memoria y realizar en él también la búsqueda de la entrada del directorio `exam`.
- d) En dicha entrada aparece el número de inodo asociado al directorio `exam`. Llevar a memoria central este inodo puesto que, para el caso más desfavorable, hay que considerar que no se encuentra ya en memoria.
- e) La entrada del fichero `ex.pdf` estará en el peor de los casos en el último bloque del directorio `exam`. Por tanto, hay que llevar a memoria central todos los bloques del directorio e ir buscando en ellos dicha entrada. Para realizar esta operación, en primer lugar se consulta en el inodo del directorio `exam` el número del primer bloque asignado al directorio. Dicho número se encuentra en el primer índice directo a datos del inodo. Se lleva a memoria ese primer bloque del directorio `exam` para realizar en él la búsqueda. Se repite la operación con el segundo, tercer y cuarto bloque del fichero, a los que también se accede a través de los índices directos a datos del inodo. Tras realizar en ellos la búsqueda fallida de la entrada del fichero `ex.pdf`, se carga en memoria central el primer bloque de indirección. La primera referencia que contiene este apunta al siguiente bloque del directorio `exam`. Se lleva dicho bloque a memoria y se busca en él la entrada correspondiente al fichero `ex.pdf`. A continuación se lleva a memoria el sexto y último bloque del directorio, cuyo número de bloque aparece en la segunda entrada del primer bloque de indirección simple. En él se encontrará la entrada correspondiente al fichero `ex.pdf` que estamos buscando.
- f) Una vez encontremos la entrada, se consulta en ella el número de inodo del fichero `ex.pdf`. Y se lleva a memoria central el inodo.

7. Sea un sistema de ficheros basado en **inodos** con las siguientes características:

- El tamaño de bloque es de 8 KB.
- Las referencias a los bloques son de 32 bits.

- La tabla de índices contenida en cada inodo se compone de 4 índices directos a bloques de datos, 4 índices indirectos simples y 2 índices indirectos dobles.
- Una entrada de un fichero de tipo directorio ocupa 32 bytes.
- El número total de bloques dedicados a almacenar inodos es de 128.
- Cada inodo ocupa 64 bytes.

A partir del directorio raíz, que ocupa 8 KB, están almacenados tres directorios:

- DIR1, de tamaño 8 KB, que contiene los siguientes ficheros:
  - `fich1`, que es un fichero regular de tamaño 64 MB.
  - `fich2`, que es un fichero regular de tamaño 64 KB.
  - `fich3`, que es un fichero regular de tamaño 9000 bytes.
- DIR2, de tamaño 8 KB, que contiene los siguientes ficheros:
  - `fich4`, que es un enlace lógico a `fich1`.
- DIR3, de tamaño 8 KB, que contiene los siguientes ficheros:
  - `fich5`, que es un enlace físico a `fich2`.

En las transparencias del tema 4 de la asignatura puedes recordar las diferencias entre la implementación de un enlace físico (duro) y uno lógico (blando o simbólico). Se pide:

- a) ¿Cuántos bloques de dispositivo se utilizan para almacenar cada uno de los ficheros y directorios anteriores? Considerad tanto los bloques de datos como los de referencias.
  - b) ¿Cuántos inodos están ocupados en el sistema?
  - c) Asumiendo que en memoria central está almacenado el inodo del directorio raíz, calculad el número de accesos a dispositivo necesarios para leer completamente `fich5` en el caso más desfavorable.
  - d) ¿Cuántos ficheros y/o directorios distintos podrán almacenarse en un directorio que ocupa 1 bloque de dispositivo?
  - e) ¿Cuántas entradas libres hay en los bloques que ocupan los directorios del sistema de ficheros, esto es, en el directorio raíz, en DIR1, en DIR2 y en DIR3?
  - f) ¿Cuántos ficheros y/o directorios podrá tener almacenados como máximo este dispositivo?
8. Sea un sistema de ficheros basado en **asignación indexada** con las siguientes características:
- Capacidad del dispositivo 4 GB.
  - Tamaño de bloque 16 KB.
  - Un inodo ocupa 128 bytes.
  - Las referencias a los bloques son de 64 bits.
  - La tabla de índices contenida en cada inodo consta de 4 índices directos, 2 índices indirectos simples y 2 índices indirectos dobles.

En el sistema de ficheros está almacenado el fichero `./dir/fl`, que ocupa 85196800 bytes. Y los tamaños del directorio de trabajo y del directorio `dir` son, respectivamente, 32 KB y 80 KB.

- (a) ¿Cuántos bloques de dispositivo se utilizan para almacenar el fichero anterior y cuánto espacio se desperdicia en ellos? Considerad tanto los bloques de datos como los de referencias.
- (b) Suponiendo que en memoria central está almacenado el inodo del directorio de trabajo, ¿cuántos accesos se realizan al dispositivo para abrir el fichero en el caso más desfavorable? Asumir que la apertura de un fichero supone cargar en memoria central el inodo de este pero no su primer bloque de datos.
- (c) Una vez abierto el fichero, ¿cuántos accesos al dispositivo se realizarán para leer completamente el fichero?
- (d) ¿Cuántos bloques ocupará como máximo la tabla de inodos de este sistema de archivos?

Justifica en todos los casos la respuesta.

9. Sea un sistema de ficheros basado en **asignación indexada** con las siguientes características:

- Capacidad del dispositivo 128GB.
- Tamaño de bloque 4 KB.
- Un inodo ocupa 256 bytes.
- Las referencias a los bloques son de 32 bits.
- La tabla de índices contenida en cada inodo consta de 2 índices directos, 1 índice indirecto simple y 2 índices indirectos dobles.

- (a) ¿Cuál es el tamaño máximo, en bytes, que podrá tener un fichero?
- (b) Supongamos que enumeramos en orden los bloques que forman un fichero como bloque 0, bloque 1, bloque 2, etc. Indica qué rango de bloques de un fichero están accesibles a partir del índice indirecto simple.
- (c) Suponiendo que el sistema de ficheros podrá tener tantos ficheros como bloques hayan disponibles, ¿cuántos bloques ocupará como máximo la tabla de inodos de este sistema de archivos?
- (d) En el sistema de ficheros está almacenado el fichero `./tmp/file1`, que ocupa 16KB bytes. Y los tamaños del directorio de trabajo y del directorio `tmp` son, respectivamente, 32 KB y 40 KB. Una vez abierto el fichero, ¿cuántos accesos al dispositivo se realizarán para leer completamente el fichero?

Justifica en todos los casos la respuesta.

10. Sea un sistema de ficheros que utiliza **asignación indexada** y en el que:

- Cada inodo tiene 4 índices directos, 2 indirectos simples y 2 indirectos dobles.

- Cada bloque se identifica con un número natural representado mediante 32 bits.
  - El tamaño de bloque es de 4 KB.
  - Una entrada de directorio ocupa 64 bytes.
- (a) Se quiere acceder al fichero `./exam/so.pdf`. El tamaño del directorio de trabajo es de 8 KB, el del directorio `exam` 10 KB y el del fichero `so.pdf` 512 KB. Si en memoria central está almacenado el bloque que contiene la entrada del directorio de trabajo donde está el directorio `exam`, ¿cuál es el número de accesos a bloques de dispositivo físico que se realizará en el peor de los casos para leer completamente el fichero `./exam/so.pdf`?
- (b) El directorio `exam` contiene un directorio llamado `dir` que contiene 3 ficheros: `f1`, un enlace duro a `f1` y un enlace blando a `f1`. Muestra en un dibujo cuál será el contenido del bloque o bloques de directorio `dir`, así como los inodos y bloques de los ficheros que contiene dicho directorio.
- (c) En la situación del apartado anterior, ¿cuánto espacio se desaprovecha en el directorio `dir`?
11. Sea un sistema de ficheros que utiliza **asignación indexada** y que está implementado sobre un dispositivo físico de 16 GB, con las siguientes características de implementación:
- La tabla de índices contenida en el inodo consta de 4 índices directos, 2 indirectos simples y 2 indirectos dobles.
  - Las referencias a los bloques son de 32 bits.
  - El tamaño de un bloque es 8 KB.
  - Una entrada de un directorio ocupa 32 bytes.
  - El número de bloques destinado a almacenar inodos es 64.
  - Un inodo ocupa 64 bytes.

Se pide:

- (a) ¿Cuántos ficheros y directorios puede tener almacenados como máximo este sistema de archivos?
- (b) ¿Cuál es el tamaño máximo de un fichero?
- (c) Si un directorio almacenado en dicho sistema ocupa 1 MB, ¿cuántos ficheros puede contener como mínimo y como máximo asumiendo que todas las entradas del directorio están juntas?
- (d) ¿Cuál sería el espacio total ocupado y desaprovechado por el anterior directorio cuando este contiene el número máximo posible de ficheros?
- (e) Suponiendo que un fichero tiene el máximo tamaño posible, ¿cuál es el máximo número de accesos a dispositivo físico que hay que realizar para leer completamente dicho fichero en el caso más desfavorable, asumiendo que el fichero está abierto y que el inodo del mismo está almacenado en memoria principal?

12. Un sistema de ficheros con **asignación de bloques indexada** tiene las siguientes características:

- El tamaño de un bloque es 4 KB.
- Las referencias a los bloques son de 32 bits.
- La tabla de índices contenida en cada inodo consta de 2 índices directos, 2 índices indirectos simples y 2 índices indirectos dobles.

Supongamos que se usa una herramienta para desfragmentar el disco de forma que los 10 bloques del fichero del apartado anterior quedan contiguos y en posiciones que antes de desfragmentar estaban libres. ¿Cuántos accesos a dispositivo realizará la herramienta de desfragmentar en el peor de los casos? Suponed que la entrada del directorio correspondiente al fichero está cargada en memoria.

13. Sea un sistema de ficheros basado en **asignación indexada** con las siguientes características:

- Tamaño de bloque 4 KB.
- Un inodo ocupa 256 bytes.
- Las referencias a los bloques son de 32 bits.
- La tabla de índices contenida en cada inodo consta de 2 índices directos, 2 índices indirectos simples y 2 índices indirectos dobles.
- Una entrada de un bloque de un directorio ocupa 128 bytes.

En el sistema de ficheros está almacenado el fichero `./dir/f`, que ocupa 16678912 bytes. Y los tamaños del directorio de trabajo y del directorio `dir` son, respectivamente, 8 KB y 12 KB.

- ¿Cuántos bloques de dispositivo se utilizan para almacenar el fichero anterior y cuánto espacio se desperdicia en ellos? Considerad tanto los bloques de datos como los de referencias.
- Suponiendo que en memoria central está almacenado el bloque del directorio de trabajo que contine la entrada que define al directorio `dir`, ¿cuántos accesos se realizan al dispositivo para leer completamente el fichero en el peor de los casos?
- ¿Cuántos ficheros y/o directorios distintos se podrán almacenar en el directorio `dir`? Asumir que todas las entradas que ocupa el directorio están juntas, es decir, que no hay ninguna entrada libre entre dos entradas consecutivas ocupadas.

Justifica en todos los casos la respuesta.

14. En un sistema de ficheros basado en **asignación indexada** el fichero `/users/pepe/f.s.txt` es un enlace simbólico al fichero `/tmp/f.txt` creado con el comando `ln -s /tmp/f.txt /users/pepe/f.s.txt`. El tamaño de los anteriores ficheros y directorios es el siguiente:



- / 3 KB.
- /tmp 1 KB.
- /tmp/f.txt 30 KB.
- /users/pepe 2 KB.

El sistema tiene, además, las siguientes características:

- Tamaño de bloque 1 KB.
  - Un inodo ocupa 128 bytes.
  - Las referencias a los bloques son de 32 bits.
  - La tabla de índices contenida en cada inodo consta de 3 índices directos, 2 índices indirectos simples y 2 índices indirectos dobles.
  - La tabla de inodos ocupa 10 bloques.
- (a) ¿Cuánto espacio se usa y se desperdicia al almacenar el fichero /tmp/f.txt? Considerad tanto los bloques de datos como los de referencias.
- (b) Suponiendo que en memoria central está almacenado el inodo del directorio /users/pepe, ¿cuántos accesos se realizan al dispositivo en el peor de los casos al ejecutar el comando `cat f.s.txt`?

Justifica en ambos los casos la respuesta.